

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-30633
(P2003-30633A)

(43) 公開日 平成15年1月31日 (2003.1.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 6 T 1/00	4 0 0	G 0 6 T 1/00	4 0 0 H 5 B 0 4 7
	4 5 0		4 5 0 B 5 C 0 2 2
H 0 4 N 5/225		H 0 4 N 5/225	Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2001-215148(P2001-215148)

(22) 出願日 平成13年7月16日 (2001.7.16)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 青木 芳人

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(72) 発明者 佐々木 達志

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100072604

弁理士 有我 軍一郎

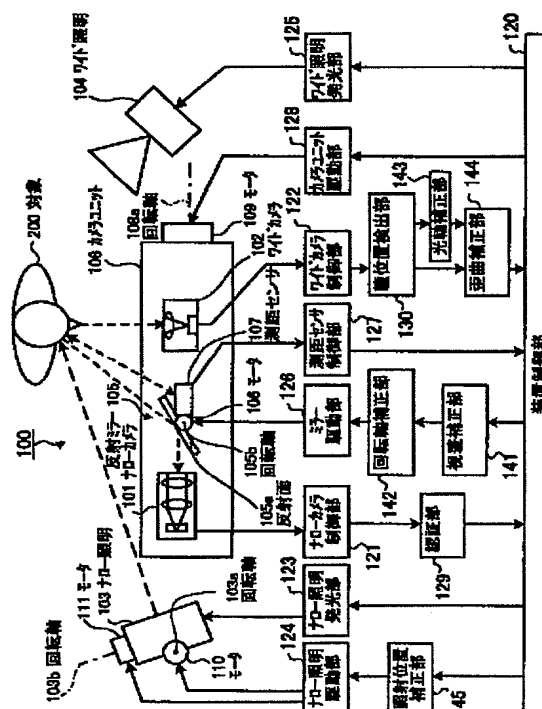
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 虹彩認証装置

(57) 【要約】

【課題】 従来と比較して、ナローカメラの整定に要する時間を減少し、より確実に虹彩を撮影することができる虹彩認証装置を提供すること。

【解決手段】 虹彩認証装置100は、対象200の瞳を撮影するナローカメラ101と、ナローカメラ101より画角が広いワイドカメラ102と、ワイドカメラ102によって撮影された画像内の瞳の位置に基づいて、ナローカメラ101の撮影方向を変更する撮影方向変更手段と、ナローカメラ101によって撮影された画像に基づいて、瞳の虹彩の特徴量を算出し、対象の認証を行う認証部129とを備え、撮影方向変更手段が、ワイドカメラ102によって撮影された画像内の瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差を除去する誤差除去手段を備えるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象の瞳を撮影する瞳撮影カメラと、前記瞳撮影カメラより画角が広い広角カメラと、前記広角カメラによって撮影された画像内の前記瞳の位置に基づいて、前記瞳撮影カメラの撮影方向を変更する撮影方向変更手段と、前記瞳撮影カメラによって撮影された画像に基づいて、前記瞳の虹彩の特徴量を算出し、前記対象の認証を行う認証手段とを備え、前記撮影方向変更手段が、前記広角カメラによって撮影された画像内の前記瞳の位置と、実際の前記瞳の位置との誤差を除去する誤差除去手段を備えたことを特徴とする虹彩認証装置。

【請求項 2】 前記誤差除去手段が、前記瞳撮影カメラ及び前記広角カメラの間の距離に基づいて、前記瞳撮影カメラの前記広角カメラとの視差を補正する視差補正手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の虹彩認証装置。

【請求項 3】 前記瞳撮影カメラの撮影範囲を照明する瞳照明手段と、前記広角カメラによって撮影された画像内の前記瞳の位置に基づいて、前記瞳照明手段の照射位置を変更する照射位置変更手段とを備え、前記照射位置変更手段が、前記瞳照明手段及び前記広角カメラの間の距離に基づいて、前記瞳照明手段の照射位置を補正する照射位置補正手段を備えたことを特徴とする請求項 2 に記載の虹彩認証装置。

【請求項 4】 前記誤差除去手段が、前記広角カメラによって撮影された画像のうち、前記広角カメラのレンズに起因する歪曲を演算補正して取り除く歪曲補正手段を備えたことを特徴とする請求項 1 から 3 までの何れかに記載の虹彩認証装置。

【請求項 5】 前記誤差除去手段が、前記広角カメラの画素の中心と、前記広角カメラのレンズの中心とのズレを演算補正して取り除く中心補正手段を備えたことを特徴とする請求項 1 から 4 までの何れかに記載の虹彩認証装置。

【請求項 6】 反射面及び前記反射面と同一平面上に無い回転軸を有し、前記反射面によって前記瞳を反射して前記瞳撮影カメラに撮影させる反射ミラーを備え、前記誤差除去手段が、前記反射面及び前記回転軸が同一平面上に無いことに起因する前記瞳撮影カメラの撮影方向のズレを演算補正して取り除く撮影方向補正手段を備えたことを特徴とする請求項 1 から 5 までの何れかに記載の虹彩認証装置。

【請求項 7】 対象の瞳を撮影する瞳撮影カメラと、前記瞳撮影カメラより画角が広い広角カメラと、回転駆動するモータ及び回転軸を有し、前記広角カメラによって撮影された画像内の前記瞳の位置に基づいて、前記モータを回転駆動して前記回転軸を中心に回転する

ことによって、前記瞳撮影カメラの撮影方向を変更する撮影方向変更手段と、

前記瞳撮影カメラによって撮影された画像に基づいて、前記瞳の虹彩の特徴量を算出し、前記対象の認証を行う認証手段とを備え、

前記撮影方向変更手段が、

前記回転軸を中心とした回転量を検出する回転量検出手段と、

前記回転量検出手段の検出結果に基づいて、前記モータの回転量を制御する回転量制御手段と、

目標とする回転量と、前記回転量検出手段によって検出された前記回転軸を中心とした回転量との差が所定の回転量以下であることに基づいて、前記回転量制御手段が前記モータを停止させるのを補助する停止補助手段とを備えたことを特徴とする虹彩認証装置。

【請求項 8】 前記停止補助手段が、前記回転量検出手段によって検出された前記回転軸を中心とした回転量との差が所定の回転量以下であることに基づいて、前記回転量制御手段の制御ゲインを減少する制御ゲイン減少手段を備えたことを特徴とする請求項 7 に記載の虹彩認証装置。

【請求項 9】 前記停止補助手段が、目標とする回転量と、前記回転量検出手段によって検出された前記回転軸の回転量との差が所定の回転量以下であることに基づいて、前記回転軸に摩擦力を付与する摩擦付与手段を備えたことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の虹彩認証装置。

【請求項 10】 前記撮影方向変更手段が、前記瞳撮影カメラの撮影方向を変更する度に、前記回転軸が整定するまでの時間を計測する時間計測手段と、前記時間計測手段によって計測された時間に基づいて、前記摩擦付与手段によって付与する摩擦力を決定する摩擦力決定手段とを備えたことを特徴とする請求項 9 に記載の虹彩認証装置。

【請求項 11】 前記回転軸が整定するまでの許容時間を、前記摩擦付与手段によって付与する摩擦力に対して記憶する許容時間記憶手段を備え、前記時間計測手段によって計測された時間が前記許容時間記憶手段によって記憶された許容時間外であるとき、前記摩擦力決定手段が、付与する摩擦力を前記摩擦付与手段に変化させることを特徴とする請求項 10 に記載の虹彩認証装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、対象の瞳を自動的に撮影し、撮影した画像内の対象の瞳の虹彩に基づいて、対象の認証を行う虹彩認証装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、バイオメトリックス技術の開発が

盛んであり、人間の眼の情報である虹彩や網膜のパターンもバイオメトリックスに応用されている。虹彩を利用したバイオメトリックスとして、例えば、虹彩認証方式については、特表平08-504979号公報で説明されており、虹彩認証装置については、文献「エレクトロニクス」1998年2月号p48に説明されている。

【0003】以下、従来の虹彩認証装置について説明する。図18において、虹彩認証装置900は、広角カメラ（以下、ワイドカメラという。）902によって人間の上半身などの比較的広い視野を撮影し、撮影した画像を画像処理部905に出力する。画像処理部905は、ワイドカメラ902から出力された画像に基づいて、画像内の人間の頭部、眼の位置を算出し、算出した眼の位置情報をメカニカル制御部904に出力する。メカニカル制御部904は、画像処理部905から出力された目の位置情報に基づいて、狭角カメラ（以下、ナローカメラという。）903を駆動して撮影方向を変更する。

【0004】ナローカメラ903は、メカニカル制御部904によって撮影方向を変更されると、ズームアップなどを行って人間の虹彩を撮影し、撮影した画像を画像処理部905に出力する。そして、画像処理部905は、ナローカメラ903から出力された画像をアイリス処理部910に出力する。ここで、ワイドカメラ902及びナローカメラ903の撮影時には、画像処理部905が照明装置901に撮影対象を照明させている。

【0005】アイリス処理部910は、画像処理部905から画像が出力されると、出力された画像に基づいて次のような認証処理を実行する。

【0006】まず、アイリス処理部910は、局部化処理部911において、画像処理部905から出力された画像から虹彩の領域を切り出す。この処理は、虹彩の内側境界（虹彩と瞳孔の境界）と外側境界（虹彩と白目の境界）とを求め、更に、まぶたやまつげで隠れた部分を検出して特徴を抽出する範囲を局部化する処理である。

【0007】次に、アイリス処理部910は、特徴抽出部912において、虹彩の特徴を認証コードとして抽出する。この処理は、局部化処理部911によって切り出された虹彩の領域を8分割した後、各分割帯を円周方向に沿って濃淡の変化をデジタルコードに変換して、認証コードとする処理である。

【0008】次に、アイリス処理部910は、マッチング部913において、予めデータベース920に登録されている認証データと、特徴抽出部912によって抽出された認証コードとの照合度合いをハミング距離で算出する。

【0009】最後に、アイリス処理部910は、本人認証部914において、マッチング部913によって算出したハミング距離と、所定の閾値との大小によって、ナローカメラ903で虹彩を撮影した人間が本人、即ち、登録されている人間か否かを判定する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の虹彩認証装置においては、ナローカメラの整定に要する時間が長くかかっていたため、虹彩を撮影することができない場合があるという問題があった。

【0011】つまり、虹彩認証装置は、取付位置が異なるワイドカメラとナローカメラとの連携によって虹彩を撮影する構成であるため、ワイドカメラで撮影した画像から算出した眼の位置と、ナローカメラの位置決め制御目標とが空間上で同じポイントになる必要がある。しかしながら、ワイドカメラ及びナローカメラの取付精度や取付位置、ワイドカメラのレンズの光学特性等の誤差要因によって、ナローカメラによって虹彩の画像を取得することを失敗する場合が比較的多く、処理のリトライが発生して、ナローカメラの整定に要する時間が長くかかっていた。特に、ワイドカメラでの広角撮影では画像の端部でレンズの光学特性に起因する歪曲が発生するため、人間の立つ位置が、ワイドカメラによって撮影される画像の端であった場合に、ナローカメラの整定に要する時間が長くかかっていた。

【0012】また、虹彩認証装置は、ナローカメラに対してメカニカルな制御を行う構成であり、虹彩の撮影時にナローカメラの整定に要する時間が長くかかっていた。

【0013】したがって、虹彩認証装置は、ナローカメラが整定したときには、既に撮影対象である人間が移動してしまい、虹彩を撮影することができない場合があった。

【0014】以上より、本発明は、ナローカメラの整定に要する時間を減少し、より確実に虹彩を撮影することができる虹彩認証装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の虹彩認証装置は、対象の瞳を撮影する瞳撮影カメラと、前記瞳撮影カメラより画角が広い広角カメラと、前記広角カメラによって撮影された画像内の前記瞳の位置に基づいて、前記瞳撮影カメラの撮影方向を変更する撮影方向変更手段と、前記瞳撮影カメラによって撮影された画像に基づいて、前記瞳の虹彩の特徴量を算出し、前記対象の認証を行う認証手段とを備え、前記撮影方向変更手段が、前記広角カメラによって撮影された画像内の前記瞳の位置と、実際の前記瞳の位置との誤差を除去する誤差除去手段を備えた構成を有している。

【0016】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、従来と比較して、瞳撮影カメラが広角カメラからの画像に基づいて算出する瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差を減少することができるので、瞳撮影カメラの整定に要する時間を減少することができ、より確実に虹彩を撮影することができる。

【0017】また、本発明の虹彩認証装置は、前記誤差

除去手段が、前記瞳撮影カメラ及び前記広角カメラの間の距離に基づいて、前記瞳撮影カメラの前記広角カメラとの視差を補正する視差補正手段を備えた構成を有している。

【0018】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、広角カメラによって撮影された画像内の瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差のうち、瞳撮影カメラ及び広角カメラの取付精度や取付位置に起因する誤差を除去することができる。

【0019】また、本発明の虹彩認証装置は、前記瞳撮影カメラの撮影範囲を照明する瞳照明手段と、前記広角カメラによって撮影された画像内の前記瞳の位置に基づいて、前記瞳照明手段の照射位置を変更する照射位置変更手段とを備え、前記照射位置変更手段が、前記瞳照明手段及び前記広角カメラの間の距離に基づいて、前記瞳照明手段の照射位置を補正する照射位置補正手段を備えた構成を有している。

【0020】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、より確実に瞳照明手段によって対象の瞳を照明することができるので、より確実に虹彩を撮影することができる。

【0021】また、本発明の虹彩認証装置は、前記誤差除去手段が、前記広角カメラによって撮影された画像のうち、前記広角カメラのレンズに起因する歪曲を演算補正して取り除く歪曲補正手段を備えた構成を有している。

【0022】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、広角カメラによって撮影された画像内の瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差のうち、広角カメラのレンズの光学特性に起因する誤差を除去することができる。

【0023】また、本発明の虹彩認証装置は、前記誤差除去手段が、前記広角カメラの画素の中心と、前記広角カメラのレンズの中心とのズレを演算補正して取り除く中心補正手段を備えた構成を有している。

【0024】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、広角カメラによって撮影された画像内の瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差のうち、広角カメラの画素の中心と、広角カメラのレンズの中心とのズレに起因する誤差を除去することができる。

【0025】また、本発明の虹彩認証装置は、反射面及び前記反射面と同一平面上に無い回転軸を有し、前記反射面によって前記瞳を反射して前記瞳撮影カメラに撮影させる反射ミラーを備え、前記誤差除去手段が、前記反射面及び前記回転軸が同一平面上に無いことに起因する前記瞳撮影カメラの撮影方向のズレを演算補正して取り除く撮影方向補正手段を備えた構成を有している。

【0026】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、広角カメラによって撮影された画像内の瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差のうち、反射ミラーの反射面及び回転軸が同一平面上に無いことに起因する誤差を

除去することができる。

【0027】また、本発明の虹彩認証装置は、対象の瞳を撮影する瞳撮影カメラと、前記瞳撮影カメラより画角が広い広角カメラと、回転駆動するモータ及び回転軸を有し、前記広角カメラによって撮影された画像内の前記瞳の位置に基づいて、前記モータを回転駆動して前記回転軸を中心に回転することによって、前記瞳撮影カメラの撮影方向を変更する撮影方向変更手段と、前記瞳撮影カメラによって撮影された画像に基づいて、前記瞳の虹彩の特徴量を算出し、前記対象の認証を行う認証手段とを備え、前記撮影方向変更手段が、前記回転軸を中心とした回転量を検出する回転量検出手段と、前記回転量検出手段の検出結果に基づいて、前記モータの回転量を制御する回転量制御手段と、目標とする回転量と、前記回転量検出手段によって検出された前記回転軸を中心とした回転量との差が所定の回転量以下であることに基づいて、前記回転量制御手段が前記モータを停止させるのを補助する停止補助手段とを備えた構成を有している。

【0028】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、瞳撮影カメラの撮影方向を変更する際、目標の撮影方向近傍で撮影方向が微小振動することを抑制することができるので、従来と比較して、瞳撮影カメラの安定に要する時間を減少することができ、より確実に虹彩を撮影することができる。また、本発明の虹彩認証装置は、目標の撮影方向近傍での不要な残留振動による撮影画像のぶれも防止することができる。

【0029】また、本発明の虹彩認証装置は、前記停止補助手段が、前記回転量検出手段によって検出された前記回転軸を中心とした回転量との差が所定の回転量以下であることに基づいて、前記回転量制御手段の制御ゲインを減少する制御ゲイン減少手段を備えた構成を有している。

【0030】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、瞳撮影カメラの撮影方向を変更する際、目標の撮影方向近傍で撮影方向が微小振動することを抑制することができるので、従来と比較して、瞳撮影カメラの安定に要する時間を減少することができ、より確実に虹彩を撮影することができる。また、本発明の虹彩認証装置は、目標の撮影方向近傍での不要な残留振動による撮影画像のぶれも防止することができる。

【0031】また、本発明の虹彩認証装置は、前記停止補助手段が、目標とする回転量と、前記回転量検出手段によって検出された前記回転軸の回転量との差が所定の回転量以下であることに基づいて、前記回転軸に摩擦力を付与する摩擦付与手段を備えた構成を有している。

【0032】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、瞳撮影カメラの撮影方向を変更する際、目標の撮影方向近傍で撮影方向が微小振動することを抑制することができるので、従来と比較して、瞳撮影カメラの安定に要する時間を減少することができ、より確実に虹彩を撮

10

20

30

40

50

影することができる。

【0033】また、本発明の虹彩認証装置は、前記撮影方向変更手段が、前記瞳撮影カメラの撮影方向を変更する度に、前記回転軸が整定するまでの時間を計測する時間計測手段と、前記時間計測手段によって計測された時間に基いて、前記摩擦付与手段によって付与する摩擦力を決定する摩擦力決定手段とを備えた構成を有している。

【0034】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、瞳撮影カメラの整定に適した摩擦力を回転軸に加えることができるようになる。したがって、例えば、複数の虹彩認証装置を製造した場合、複数の虹彩認証装置が個々に、瞳撮影カメラの整定に適した摩擦力を回転軸に加えることができるようになる。

【0035】また、本発明の虹彩認証装置は、前記回転軸が整定するまでの許容時間を、前記摩擦付与手段によって付与する摩擦力に対して記憶する許容時間記憶手段を備え、前記時間計測手段によって計測された時間が前記許容時間記憶手段によって記憶された許容時間外であるとき、前記摩擦力決定手段が、付与する摩擦力を前記摩擦付与手段に変化させる構成を有している。

【0036】この構成により、本発明の虹彩認証装置は、磨耗などによって摩擦力付与手段による摩擦力に変化が生じた場合であっても、瞳撮影カメラの整定に適した摩擦力を回転軸に加えることができるようになる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

(第1の実施の形態)

【0038】まず、第1の実施の形態に係る虹彩認証装置の構成について説明する。

【0039】図1において、虹彩認証装置100は、対象200の瞳を拡大して撮影することができるように、ズーム機能及びフォーカス機能を備えた狭角撮影カメラであるナローカメラ（瞳撮影カメラ）101と、ナローカメラ101より画角が広く、対象200の全体像を撮影する広角撮影カメラであるワイドカメラ（広角カメラ）102と、ナローカメラ101での撮影時にナローカメラ101の撮影範囲を照明するスポット照明であるナロー照明（瞳照明手段）103と、ワイドカメラ102での撮影時に対象200の方向全体を照明するワイド照明104とを備えている。

【0040】ここで、ナロー照明103及びワイド照明104は、共に、発光素子（例えばLEDやハロゲンランプ、ストロボなど）で構成されている。

【0041】また、虹彩認証装置100は、反射面105a及び反射面105aと同一平面上に無い回転軸105bを有し、反射面105aによって対象200の瞳を反射してナローカメラ101に撮影させる反射ミラー105と、反射ミラー105を回転軸105bを中心に水

平方方向に回転させるモータ106と、対象200との距離を測定する測距センサ107とを備えている。

【0042】また、虹彩認証装置100は、ナローカメラ101、ワイドカメラ102、反射ミラー105、モータ106及び測距センサ107を一体化したカメラユニット108と、カメラユニット108を回転軸108aを中心に垂直方向に回転させるモータ109とを備えている。

【0043】したがって、反射ミラー105は、モータ106及びモータ109によって水平方向及び垂直方向の2方向に自由に位置決め可能になっており、反射ミラー105によって決定されるナローカメラ101の撮影方向も、水平方向及び垂直方向の2方向に自由に変更可能になっている。また、ワイドカメラ102は、モータ109によって垂直方向の1方向に自由に位置決め可能になっており、ワイドカメラ102の撮影方向も、垂直方向の1方向に自由に変更可能になっている。

【0044】また、虹彩認証装置100は、ナロー照明103を回転軸103aを中心に水平方向に回転させるモータ110と、ナロー照明103を回転軸103bを中心に垂直方向に回転させるモータ111とを備えている。

【0045】したがって、ナロー照明103は、モータ110及びモータ111によって水平方向及び垂直方向の2方向に自由に位置決め可能になっており、ナロー照明103の照明位置も、水平方向及び垂直方向の2方向に自由に変更可能になっている。

【0046】また、虹彩認証装置100は、以上に述べた機械的な構成を処理する構成を備えている。

【0047】より詳細に説明すると、虹彩認証装置100は、装置全体の制御を実行する装置制御部120と、ナローカメラ101のズーム機能やフォーカス機能を作動させて、ナローカメラ101に対象200の瞳を所定の大きさで撮影させるとともに、ナローカメラ101からの画像信号を2次元の画像データ（例えばビットマップなど）に変換するナローカメラ制御部121と、ワイドカメラ102からの画像信号を2次元の画像データに変換するワイドカメラ制御部122とを備えている。例えば、ナローカメラ制御部121及びワイドカメラ制御部122は、それぞれ、ナローカメラ101及びワイドカメラ102の撮像素子がCCDの場合には、ナローカメラ101及びワイドカメラ102からライン毎に順次に画像信号を読み出し、2次元の画像データに変換するようになっている。

【0048】また、虹彩認証装置100は、ナロー照明103の発光素子を発光させるナロー照明発光部123と、モータ110及びモータ111を駆動させることによって、ナロー照明103を水平方向及び垂直方向に駆動するナロー照明駆動部124と、ワイド照明104の発光素子を発光させるワイド照明発光部125とを備え

ている。

【0049】また、虹彩認証装置100は、モータ106を駆動させることによって、反射ミラー105を水平方向に駆動するミラー駆動部126と、測距センサ107を駆動させて、測距センサ107からの電気信号に基づいて、測距センサ107から対象200までの距離を求める測距センサ制御部127と、モータ109を駆動させることによって、カメラユニット108を垂直方向に駆動するカメラユニット駆動部128とを備えている。

【0050】また、虹彩認証装置100は、ナローカメラ101によって撮影されてナローカメラ制御部121から出力される画像データに基づいて、対象200の瞳の虹彩の特徴量を算出し、対象200の認証を行う認証手段としての認証部129と、ワイドカメラ102によって撮影されてワイドカメラ制御部122から出力される画像データに基づいて、画像上の瞳のパターンを検出し、瞳の画像上の位置を検出する瞳位置検出部130とを備えている。

【0051】また、虹彩認証装置100は、ナローカメラ101及びワイドカメラ102の間の距離に基づいて、ナローカメラ101のワイドカメラ102との視差を補正する視差補正手段としての視差補正部141と、反射ミラー105の反射面105a及び回転軸105bが同一平面上に無いことに起因するナローカメラ101の撮影方向のズレを演算補正して取り除く撮影方向補正手段としての回転軸補正部142と、ワイドカメラ102の画素の中心と、ワイドカメラ102のレンズの中心（光軸中心）とのズレを演算補正して取り除く中心補正手段としての光軸補正部143と、ワイドカメラ102によって撮影された画像のうち、ワイドカメラ102のレンズに起因する画像歪み（歪曲）を演算補正して取り除く歪曲補正手段としての歪曲補正部144とを備えている。

【0052】ここで、視差補正部141、回転軸補正部142、光軸補正部143及び歪曲補正部144は、ワイドカメラ102によって撮影された画像内の対象200の瞳の位置と、実際の対象200の瞳の位置との誤差を除去する誤差除去手段を構成している。

【0053】また、反射ミラー105、モータ106、測距センサ107、カメラユニット108、モータ109、装置制御部120、ミラー駆動部126、測距センサ制御部127、カメラユニット駆動部128、視差補正部141、回転軸補正部142、光軸補正部143及び歪曲補正部144は、ワイドカメラ102によって撮影された画像内の対象200の瞳の位置に基づいて、ナローカメラ101の撮影方向を変更する撮影方向変更手段を構成している。

【0054】また、虹彩認証装置100は、ナロー照明103及びワイドカメラ102の間の距離に基づいて、

ナロー照明103の照射位置を補正する照射位置補正手段としての照射位置補正部145を備えている。

【0055】ここで、測距センサ107、モータ110、モータ111、装置制御部120、ナロー照明駆動部124、測距センサ制御部127及び照射位置補正部145は、ワイドカメラ102によって撮影された画像内の対象200の瞳の位置に基づいて、ナロー照明103の照射位置を変更する照射位置変更手段を構成している。

【0056】次に、本実施の形態に係る虹彩認証装置の動作について説明する。なお、対象200は、人間であっても良いし、馬などの動物であっても良いが、以下では、簡略化するために対象200が人間の場合について説明する。

【0057】図2及び図3において、装置制御部120は、カメラユニット駆動部128にモータ109を駆動させることによって、カメラユニット108を垂直方向に駆動して基準位置に設定する（ステップS301）。ここで、カメラユニット108の基準位置は、対象200がワイドカメラ102の撮影方向に存在するとき、ワイドカメラ102が対象200の全体像を撮影することができるよう予め設定されている。

【0058】装置制御部120は、カメラユニット108を基準位置に設定した状態で、所定の動作開始条件が満たされることによって、認証動作を開始する。なお、本実施の形態において、動作開始条件は、測距センサ107及び測距センサ制御部127によって対象200が所定の範囲内に入ったことを検出されるというものであるが、例えば、虹彩認証装置100以外の装置（押しボタンや他のセンサ）から起動信号を入力されるというものなどであっても良い。

【0059】装置制御部120は、測距センサ107及び測距センサ制御部127によって対象200が所定の範囲内に入ったことを検出されると、ワイドカメラ102の撮影に必要な照度を与えるためにワイド照明発光部125にワイド照明104を発光させた後（ステップS302）、ワイドカメラ102に対象200の全体像（一般的には上半身程度であっても良い。）を撮影させる（ステップS303）。

【0060】装置制御部120は、ワイドカメラ102に対象200を撮影させると、ワイドカメラ制御部122によってワイドカメラ102からの画像信号を1枚の2次元の画像データに変換した後、変換した画像データに基づいて瞳位置検出部130によって対象200の瞳の画像上の位置（垂直方向及び水平方向の2次元の位置）を検出し（ステップS304）、ワイドカメラ102からの画像上に瞳に相当する画像パターンが存在するか否かを判断する（ステップS305）。

【0061】装置制御部120は、ワイドカメラ102からの画像上に瞳に相当する画像パターンが存在しない

と判断した場合、ステップS301からの処理をやり直すが、ワイドカメラ102からの画像上に瞳に相当する画像パターンが存在すると判断した場合、歪曲補正部144によってワイドカメラ102からの画像のうち、ワイドカメラ102のレンズに起因する歪曲を演算補正して取り除く(ステップS306)。

【0062】歪曲補正部144による歪曲の補正についてより詳細に説明する。

【0063】ワイドカメラ102は、対象200が虹彩認証装置100に比較的近接した場合であっても対象200の全体像を捕らえることができるように、広角タイプであるので、ワイドカメラ102によって撮影された画像の端部では、図4(a)に示すようにワイドカメラ102のレンズに起因して歪曲が発生する。ワイドカメラ102によって撮影された画像の端部で歪曲が発生すると、対象200の瞳がワイドカメラ102によって撮影された画像の端部に位置する場合、ワイドカメラ102によって撮影された画像内の対象200の瞳の位置(例えば、図4(a)に示す座標(X2, Y2))と、実際の対象200の瞳の位置(例えば、図4(c)に示す座標(X1, Y1))との間で誤差が発生する。

【0064】ここで、ワイドカメラ102からの画像のうちワイドカメラ102のレンズに起因する歪曲は、画素を撮影したレンズ上の位置と、レンズの中心との距離rで求めることができる。

【0065】したがって、歪曲補正部144は、例えば、瞳位置検出部130によって検出された対象200の瞳の画像上での位置が図4(a)に示す座標(X2, Y2)である場合、座標(X2, Y2)に対して、ワイドカメラ102のレンズの中心からの距離rに応じて決まる変換係数 $\alpha = f(r)$ を用いて、 $X1 = \alpha \cdot X2$ 、 $Y1 = \alpha \cdot Y2$ という演算補正を行う。換言すると、歪曲補正部144は、図4(b)に示すような補正関数を用いることによって、図4(a)に示す瞳位置検出部130によって検出された対象200の瞳の画像上での座標(X2, Y2)から、図4(c)に示すようにワイドカメラ102のレンズに起因する歪曲が無かった場合の対象200の瞳の画像上での座標(X1, Y1)を得る。なお、図4においては、ワイドカメラ102のレンズの中心によって撮影された画素の座標は、画像上で原点座標(0, 0)となっている。

【0066】図2に示すように、装置制御部120は、歪曲補正部144によって、ワイドカメラ102からの画像のうちワイドカメラ102のレンズに起因する歪曲を演算補正して取り除いた後、測距センサ107及び測距センサ制御部127によって、対象200と、虹彩認証装置100との距離を測定し(ステップS307)、歪曲補正部144によって歪曲補正した瞳の位置と、測距センサ107及び測距センサ制御部127によって測定した距離データと、ワイドカメラ102の設計条件

(画角、画素サイズ)とに基づいて、ワイドカメラ102のレンズの位置を原点(0, 0, 0)としたときの対象200の瞳の3次元空間上の位置(X, Y, Z)を算出する(ステップS308)。

【0067】ここで、座標Zとしては、図5及び図6に示すように、測距センサ107及び測距センサ制御部127によって測定された対象200と、虹彩認証装置100との距離を用いるが、対象200と、虹彩認証装置100との距離を測定するための測距センサ107としては、光学式反射型測距センサ、超音波式測距センサ等の1次元測距方式の測距センサや、2次元的に座標を得られる方式(レンジファインダ等)の測距センサなどを用いることができる。但し、2次元的に座標を得られる方式の測距センサを用いた場合には、特開2001-12909号公報に記載されているように、ワイドカメラ102の画像上での位置を用いずに、対象200の瞳の3次元空間上の位置を求めることもできる。

【0068】また、座標Yは、図5に示すように、カメラユニット108の回転軸108a(図1参照)の延在方向に見たときのワイドカメラ102の撮影方向の中心線102aと、対象200の瞳との距離であり、図4(c)に示すように、歪曲補正部144によって歪曲補正した画像上での対象200の瞳の垂直方向の座標がY1であり、ワイドカメラ102の垂直方向有効画素サイズがNvであり、図5に示すように、ワイドカメラ102の画角が θ_w であるとき、次式のように算出することができる。

【0069】

$$Y = Z \cdot \tan(\theta_w / 2) \cdot Y1 / (Nv / 2)$$

【0070】同様に、座標Xは、図6に示すように、ワイドカメラ102の撮影方向の中心線102aと、対象200の瞳とのカメラユニット108の水平方向での距離であり、図4(c)に示すように、歪曲補正部144によって歪曲補正した画像上での対象200の瞳の水平方向の座標がX1であり、ワイドカメラ102の水平方向有効画素サイズがNhであり、図6に示すように、ワイドカメラ102の画角が θ_w であるとき、次式のように算出することができる。

【0071】

$$X = Z \cdot \tan(\theta_w / 2) \cdot X1 / (Nh / 2)$$

【0072】装置制御部120は、対象200の瞳の3次元空間上の位置を算出すると、図2に示すように、カメラユニット108の回転軸108a(図1参照)の延在方向に見たとき、対象200の瞳が、ワイドカメラ102の撮影方向の中心線102a上にあるか否か、即ち、座標Y1が“0”から所定の範囲以内の値であるか否かを判断し(ステップS309)、座標Y1が“0”から所定の範囲以内の値ではないと判断した場合、座標Y1が“0”から所定の範囲以内の値になるように、カメラユニット駆動部128にモータ109を駆動させる

ことによって、カメラユニット108を $\theta y = \text{atan}(Y/Z)$ (図5参照)だけ垂直方向に旋回させた後(ステップS310)、ステップS302からの処理をやり直す。

【0073】装置制御部120が、ステップS310においてカメラユニット108を旋回させた後、再度ワイドカメラ102での撮影動作を行うと、対象200の瞳の位置は、ワイドカメラ102からの画像上で座標Y1が“0”から所定の範囲以内の値となることが期待される。しかしながら、ステップS310の処理後も、対象200の瞳のワイドカメラ102からの画像上での垂直方向の座標Y1が“0”から大きくずれている場合には、同様に、座標Y1が所定の範囲内になるまでステップS302からステップS310までの動作を繰り返す。なお、所定回数繰り返しても座標Y1が“0”から所定の範囲以内の値にならない場合は処理を中止する。

【0074】装置制御部120が、ステップS309において、座標Y1が“0”から所定の範囲以内の値であると判断した場合、即ち、ワイドカメラ102の撮影方向の垂直方向における対象200の瞳との位置合わせが終了した場合、ナローカメラ101とワイドカメラ102とは垂直方向において同一の方向を撮影できるようにカメラユニット108に固定されているため、ナローカメラ101の撮影方向の垂直方向における対象200の瞳との位置合わせも終了したことになる。

【0075】装置制御部120は、ナローカメラ101の撮影方向の垂直方向における対象200の瞳との位置合わせを終了すると、図3に示すように、視差補正部141によってナローカメラ101のワイドカメラ102との視差を補正した後、反射ミラー105の位置決めを行うことによって(ステップS311)、ナローカメラ101の撮影方向の対象200の瞳との水平方向における位置合わせを行う。

【0076】より詳細に説明すると、図7に示すように、ナローカメラ101及びワイドカメラ102の間には距離Dwnが存在するので、対象200の瞳に対して、ナローカメラ101及びワイドカメラ102の間には視差が生じる。したがって、視差補正部141は、ナローカメラ101の撮影方向がカメラユニット108の回転軸108aの延在方向となす角度 θx を $\text{atan}(Z/X)$ とせず、 $\text{atan}(Z/(Dwn-X))$ とすることによって、ナローカメラ101のワイドカメラ102との視差を補正する。

【0077】そして、虹彩認証装置100は、図8に示すように、反射ミラー105によってナローカメラ101の撮影方向を変更する構成であるので、ミラー駆動部126が、モータ106を駆動させて反射ミラー105を水平方向に $\theta x/2$ だけ駆動することによって、ナローカメラ101の撮影方向を水平方向に θx 回転して対象200の瞳と位置合わせを行うことができる。

【0078】なお、本発明によれば、虹彩認証装置100は、図9に示すように、反射ミラー105を備えずに、ナローカメラ101自体の回転によってナローカメラ101の撮影方向を変更する構成であっても良く、この場合、ナローカメラ101の撮影方向を水平方向に θx 回転するためには、ナローカメラ101自体も水平方向に θx 回転しなければならない。

【0079】装置制御部120は、ナローカメラ101の撮影方向を対象200の瞳と水平方向において位置合わせすると、図3に示すように、照射位置補正部145によってナロー照明103の照射位置を補正した後、ナロー照明103の位置決めを行うことによって(ステップS312)、ナロー照明103の照射位置が対象200の瞳となるように位置合わせを行う。

【0080】具体的に説明すると、ナロー照明103の照射方向の垂直方向の位置合わせは、ナローカメラ101の回転軸、即ち、カメラユニット108の回転軸108aと、ナロー照明103の回転軸103bとを同一軸上に配置することによって、ナロー照明駆動部124にモータ111を、カメラユニット108の回転角度と等しい θy だけ旋回させれば良い。

【0081】ナロー照明103の照射方向の水平方向の位置合わせは、図10に示すように、ナロー照明103及びワイドカメラ102の間には距離Dwlが存在するので、対象200の瞳に対して、ナロー照明103の照射方向と、ワイドカメラ102の撮影方向との間にはズレが生じる。したがって、照射位置補正部145は、ナロー照明103の照射方向がカメラユニット108の回転軸108aの延在方向となす角度 $\theta x1$ を $\text{atan}(Z/X)$ とせず、 $\text{atan}(Z/(Dwl-X))$ とすることによって、ナロー照明103の照射方向と、ワイドカメラ102の撮影方向との間に生じるズレを補正する。

【0082】そして、ナロー照明駆動部124は、モータ110を駆動させてナロー照明103を水平方向に $\theta x1$ だけ駆動することによって、ナロー照明103の照射方向を水平方向に $\theta x1$ 回転して対象200の瞳と位置合わせを行うことができる。

【0083】なお、対象200の瞳をナローカメラ101で撮影する際の照明方法としては、ナロー照明103で照明する方法以外にも、固定した照明を広角に発光させる方法でも良いが、照明装置が大きくなるため、必要な部分のみに当てるスポット照明方式のナロー照明103で照明する方法の方が効率的である。

【0084】装置制御部120は、ナローカメラ101及びナロー照明103の位置決めが終了した後、図3に示すように、対象200との距離によらず瞳を所定の大きさで鮮明に撮影するために、必要に応じてナローカメラ101のズーム(ステップS313)及びフォーカス合わせ(ステップS314)を行う。

【0085】ズーム方法は特に定めないが、ナロー

10

20

30

40

50

カメラ 101 のレンズの移動による光学ズームが適している。ナローカメラ 101 が高画素型であれば、画素の間引きによるデジタルズームでも構わない。また、フォーカス合わせ方法についても、一般的には、ナローカメラ 101 の映像信号の高帯域成分の信号レベルを利用した焦合判定が最も簡便であるが、特に方式は限定しなくても良い。

【0086】そして、装置制御部 120 は、ナローカメラ 101 の撮影に必要な照度を与えるためにナロー照明発光部 123 にナロー照明 103 を発光させた後（ステップ S315）、ナローカメラ 101 に対象 200 の瞳を撮影させ（ステップ S316）、ナローカメラ 101 からの画像に正しく瞳が撮影されているか否かの判断を行う（ステップ S317）。この判断は、画像認識によるパターンマッチングなど方法を限定しない。

【0087】装置制御部 120 は、ナローカメラ 101 からの画像に正しく瞳が撮影されていると判断した場合、撮影した瞳のデータを用いて認証動作を行うが（ステップ S318）、ナローカメラ 101 からの画像に正しく瞳が撮影されていないと判断した場合、再度、ステップ S301（図 2 参照）の処理からやり直す。

【0088】なお、虹彩認証装置 100 は、図 11 に示すように、ワイドカメラ 102 の画素の中心と、ワイドカメラ 102 のレンズの中心とがずれている場合、光軸補正部 143 によってワイドカメラ 102 の画素の中心と、ワイドカメラ 102 のレンズの中心とのズレを演算補正して取り除くことができる。

【0089】より詳細に説明すると、光軸補正部 143 は、ワイドカメラ 102 の画素の中心と、ワイドカメラ 102 のレンズの中心とのズレ（ Δx , Δy ）を調整段階で予め求めておき、瞳位置検出部 130 で得られた瞳の座標（ $X2$, $Y2$ ）から補正值（ $X2 - \Delta x$, $Y2 - \Delta y$ ）を求める。

【0090】そして、歪曲補正部 144 が、瞳位置検出部 130 で得られた瞳の座標（ $X2$, $Y2$ ）として、光軸補正部 143 によって求められた補正值（ $X2 - \Delta x$, $Y2 - \Delta y$ ）を用いて、歪曲補正を行うことによって、ワイドカメラ 102 の画素の中心と、ワイドカメラ 102 のレンズの中心とのズレを取り除くことができる。

【0091】また、虹彩認証装置 100 は、図 12 に示すように、反射ミラー 105 の反射面 105a 及び回転軸 105b が同一平面上に無いことに起因して、ナローカメラ 101 の光軸の中心と画素の中心がずれる場合、回転軸補正部 142 によって、ナローカメラ 101 の撮影方向のズレを演算補正して取り除くことができる。

【0092】より詳細に説明すると、角度 θ だけ軸が回転すると、同一方向から入射する光は、反射角 2θ は回転角度に比例して曲がるが、同一の画素に写る対象は、 ΔX 分だけオフセットするため、角度 θ の回転だけでは

正確に目標位置を撮影できない。そのため、まず、目標位置（ $X1$, $Y1$ ）に対して、上述したように、視差補正部 141 によって回転角 θx を計算する。次に、この θx 回転した時の ΔX を計算し、目標位置を補正值（ $X1 - \Delta X$, $Y1$ ）に補正する。この補正值に対して再度、視差補正部 141 と同様なナローカメラ 101 の視差補正を施す。その結果、目標位置近傍の回転角度にオフセット ΔX 分が加わり、最終的に概略目標位置に位置決めされることになる。

【0093】なお、反射ミラー 105 が薄型構造となり易く、反射ミラー 105 が薄型構造となった場合、反射ミラー 105 の反射面 105a の後面に回転軸 105b を設ける方が設計が容易であり、回転軸 105b と反射面 105a を一致させる方が設計が難しいので、本実施の形態においては、反射ミラー 105 の反射面 105a 及び回転軸 105b が同一平面上に無い構成を採っているが、勿論、反射ミラー 105 の反射面 105a 及び回転軸 105b が同一平面上に有る構成をとっても良い。

【0094】以上説明したように、虹彩認証装置 100 は、ナローカメラ 101 のワイドカメラ 102 との視差を補正する視差補正部 141 を備えていたので、ワイドカメラ 102 によって撮影された画像内の瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差のうち、ナローカメラ 101 及びワイドカメラ 102 の取付精度や取付位置に起因する誤差を除去することができる。

【0095】また、虹彩認証装置 100 は、反射ミラー 105 の反射面 105a 及び回転軸 105b が同一平面上に無いことに起因するナローカメラ 101 の撮影方向のズレを演算補正して取り除く回転軸補正部 142 を備えていたので、ワイドカメラ 102 によって撮影された画像内の瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差のうち、反射ミラー 105 の反射面 105a 及び回転軸 105b が同一平面上に無いことに起因する誤差を除去することができる。

【0096】また、虹彩認証装置 100 は、ワイドカメラ 102 の画素の中心と、ワイドカメラ 102 のレンズの中心とのズレを演算補正して取り除く光軸補正部 143 を備えていたので、ワイドカメラ 102 によって撮影された画像内の瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差のうち、ワイドカメラ 102 の画素の中心と、ワイドカメラ 102 のレンズの中心とのズレに起因する誤差を除去することができる。

【0097】また、虹彩認証装置 100 は、ワイドカメラ 102 によって撮影された画像のうち、ワイドカメラ 102 のレンズに起因する画像歪みを演算補正して取り除く歪曲補正部 144 を備えていたので、ワイドカメラ 102 によって撮影された画像内の瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差のうち、ワイドカメラ 102 のレンズの光学特性に起因する誤差を除去することができる。

【0098】また、虹彩認証装置 100 は、ナロー照明

10

20

30

40

50

103の照射位置を補正する照射位置補正部145を備えていたので、より確実にナロー照明103によって対象200の瞳を照明することができるので、より確実に虹彩を撮影することができる。また、ナロー照明103は、照射位置の位置決めが正確になると、発光パワーを抑制することが可能である。

【0099】したがって、虹彩認証装置100は、従来の虹彩認証装置と比較して、ナローカメラ101がワイドカメラ102からの画像に基づいて算出する瞳の位置と、実際の瞳の位置との誤差を減少することができるので、瞳の画像の取り損ないによるリトライを減少させ、ナローカメラ101の整定に要する時間を減少することができ、より確実に虹彩を撮影することができる。

(第2の実施の形態)

【0100】まず、第2の実施の形態に係る虹彩認証装置の構成について説明する。なお、本実施の形態に係る虹彩認証装置の構成のうち、第1の実施の形態に係る虹彩認証装置の構成と同様な構成については、同一の符合を付して詳細な説明を省略する。

【0101】図13において、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、回転軸108aを中心とした回転量を検出する回転量検出手段としてのエンコーダ151を備えている。

【0102】また、カメラユニット駆動部128は、装置制御部120から入力される目標とする回転量 θ_y と、エンコーダ151によって検出された回転軸108aを中心とした回転量 θ_e との差に応じて、PID制御で制御量を算出する制御フィルタ161と、制御フィルタ161によって算出された制御量に応じてモータ109を駆動する駆動回路162と、装置制御部120から入力される目標とする回転量 θ_y と、エンコーダ151によって検出された回転軸108aを中心とした回転量 θ_e との差が所定の回転量($\Delta\theta/2$)以下であることに基いて、制御フィルタ161の制御ゲインを減少するゲイン制御部163と、エンコーダ151から出力される回転量 θ_e が一定時間以上、所定の誤差範囲内で収まっているか否かによって、カメラユニット108が整定したか否かを判断する整定判断部164とを備えている。

【0103】なお、制御フィルタ161、駆動回路162及びゲイン制御部163は、エンコーダ151の検出結果に基づいて、モータ109の回転量を制御する回転量制御手段を構成している。

【0104】また、ゲイン制御部163は、装置制御部120から入力される目標とする回転量 θ_y と、エンコーダ151によって検出された回転軸108aを中心とした回転量 θ_e との差が所定の回転量($\Delta\theta/2$)以下であることに基いて、制御フィルタ161の制御ゲインを減少することによって、モータ109が停止するのを補助する停止補助手段及び制御ゲイン減少手段を構成

している。

【0105】また、エンコーダ151は、第1の実施の形態において述べた構成に加え、ワイドカメラ102によって撮影された画像内の対象200の瞳の位置に基づいて、モータ109を回転駆動して回転軸108aを中心に回転することによって、ナローカメラ101の撮影方向を変更する撮影方向変更手段を構成している。

【0106】次に、本実施の形態に係る虹彩認証装置の動作について説明する。

【0107】カメラユニット駆動部128が、装置制御部120から目標とする垂直方向の回転量 θ_y を与えられ、エンコーダ151からモータ109の実際の回転量 θ_e を与えられると、制御フィルタ161は、装置制御部120から入力される目標とする回転量 θ_y と、エンコーダ151によって検出された回転軸108aを中心とした回転量 θ_e との差に応じて、PID制御で制御量を算出し、駆動回路162は、制御フィルタ161によって算出された制御量に応じてモータ109を駆動してカメラユニット108を旋回させる。

【0108】ここで、カメラユニット108を高速に旋回させるためには、制御フィルタ161の制御ゲインを上げることが望ましいが、仮にカメラユニット駆動部128がゲイン制御部163を備えていない構成である場合、制御フィルタ161の制御ゲインを上げると、図14の細線171で示したように、カメラユニット108が、整定付近で振動的になり、目標位置に安定するまでに時間がかかってしまうことがある。

【0109】また、カメラユニット駆動部128がゲイン制御部163を備えていない構成である場合、制御フィルタ161の制御ゲインを上げると、カメラユニット108が目標位置の近傍で整定したように見えていても、実際には微少振動していることもある。カメラユニット108が目標位置の近傍で微少振動している状態で撮影を行うと、所謂「画像流れ」の状況が発生することになる。

【0110】しかしながら、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、カメラユニット駆動部128がゲイン制御部163を備えており、制御フィルタ161の制御ゲインを上げてカメラユニット108の旋回を開始したとしても、図14の太線172で示したように、ゲイン制御部163は、エンコーダ151によって検出された回転軸108aを中心とした回転量 θ_e が、目標とする回転量 θ_y 近傍の許容誤差 $\Delta\theta$ の範囲内になった時点で、目標到達と判断し、制御フィルタ161の制御ゲインを下げ、振動要因を低減する。

【0111】したがって、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、制御フィルタ161の制御ゲインを上げてカメラユニット108の旋回を開始したとしても、必要以上の振動を抑制することができる。

【0112】なお、制御フィルタ161からの制御信号

を停止しても、機構的に整定するまでには更に時間が必要となるため、カメラユニット108が整定したか否かは、エンコーダ151から出力される回転量 θ_e が一定時間以上、所定の誤差範囲内で収まっているか否かによって、整定判断部164が判断する。即ち、整定判断部164は、エンコーダ151のパルス数が一定時間以上、所定パルス数以下になっていることによって、カメラユニット108が整定したことを判断する。

【0113】本実施の形態においては、整定判断部164が、エンコーダ151からの出力を利用してカメラユニット108が整定したか否かを判断する構成になっていたが、整定判断部164は、カメラユニット108の旋回を開始してから所定の時間経過したか否か、或いは、制御フィルタ161が駆動回路162にモータ109の駆動を停止させる命令を出力してから所定の時間経過したか否かによって、カメラユニット108が整定したか否かを判断するようにしても良い。

【0114】整定判断部164は、カメラユニット108が整定したことを判断すると、整定信号を装置制御部120に出力する。したがって、装置制御部120は、整定判断部164によって出力される整定信号を利用して図2及び図3に示す処理を実行することができる。

【0115】なお、以上の説明においては、カメラユニット108の旋回、即ち、ナローカメラ101の撮影方向の変更のうち垂直方向の変更について説明したが、ナローカメラ101の撮影方向の変更のうち水平方向の変更、即ち、反射ミラー105の旋回についても、同様な構成を備えて、同様な動作を実現することができる。

【0116】以上説明したように、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、ナローカメラ101の撮影方向を変更する際、目標の撮影方向近傍で制御フィルタ161の制御ゲインを減少させることによって、目標の撮影方向近傍で撮影方向が微小振動することを抑制することができるので、従来と比較して、ナローカメラ101の整定に要する時間を減少することができ、より確実に虹彩を撮影することができる。また、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、目標の撮影方向近傍での不要な残留振動による撮影画像のぶれも防止することができる。(第3の実施の形態)

【0117】まず、第3の実施の形態に係る虹彩認証装置の構成について説明する。なお、本実施の形態に係る虹彩認証装置の構成のうち、第2の実施の形態に係る虹彩認証装置の構成と同様な構成については、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0118】図15において、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、摩擦を発生させやすい樹脂等で形成され、回転軸108aに接触する軸接触部181と、回転軸108aに軸接触部181から一定の摩擦力を与えられるようにするバネ182と、直動モータや、カムリンク等を有し、入力される制御量に応じた変位をバネ182を

介して軸接触部181に与える摩擦制御部183と、カメラユニット108の旋回動作毎に整定時間を記憶する整定時間学習部184とを備えている。

【0119】なお、軸接触部181、バネ182及び摩擦制御部183は、整定判断部164からの整定信号に基づいて、回転軸108aに摩擦力を付与することによって、モータ109が停止するのを補助する停止補助手段及び摩擦付与手段を構成している。

【0120】また、軸接触部181、バネ182、摩擦制御部183及び整定時間学習部184は、第2の実施の形態において述べた構成に加え、ワイドカメラ102によって撮影された画像内の対象200の瞳の位置に基づいて、ナローカメラ101の撮影方向を変更する撮影方向変更手段を構成している。

【0121】次に、本実施の形態に係る虹彩認証装置の動作について説明する。

【0122】モータ109の回転振動は、摩擦成分が大きいほど抑制される。しかしながら、一方的に摩擦力を大きくすると、駆動速度の低下や目標位置決め精度の低下を招くので、整定時の摩擦が必要な時のみに必要な摩擦力を与える方法が適している。

【0123】したがって、摩擦制御部183は、モータ109の旋回開始時には、軸接触部181が回転軸108aに与える摩擦力を最小限にしておき、整定判断部164から整定時間学習部184を介して整定信号が入力されると、バネ182を介して軸接触部181を回転軸108aに押し当てる。その結果、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、図16の点線191で示すように、摩擦によって残留振動を迅速に抑制することができる。

【0124】なお、整定判断部164は、第2の実施の形態において述べたように、装置制御部120から入力される目標とする回転量 θ_y と、エンコーダ151によって検出された回転軸108aの回転量 θ_e とに基づいて、エンコーダ151から出力される回転量 θ_e が一定時間以上、所定の誤差範囲内で収まっているか否かによって、カメラユニット108が整定したか否かを判断する。

【0125】ここで、整定判断部164が、整定状態に応じて複数種類の整定信号を出力することができる構成である場合、摩擦制御部183は、整定判断部164からの整定信号の種類に応じて、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力を変化するようにしても良い。

【0126】また、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力と、そのときのカメラユニット108の整定時間との関係は、図17に示すようになる。図17において、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力が摩擦力F4より小さいとき、軸接触部181から回転軸108aに摩擦力F4を与える場合と比較して、モータ109の残留振動が無くなるまで時間がかか

10

20

30

40

50

るため、カメラユニット108の整定時間は長くなる。一方、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力が摩擦力F4より大きいとき、軸接触部181から回転軸108aに摩擦力F4を与える場合と比較して、カメラユニット108が目標の停止位置に達する前に停止してしまうため、モータ109を駆動してカメラユニット108を再度旋回させなければならず、カメラユニット108の整定時間は極端に長くなる。

【0127】したがって、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、整定時間学習部184によってカメラユニット108の旋回動作毎に整定時間を記憶しておき、摩擦制御部183に、整定時間学習部184に記憶された整定時間に基づいて、学習的に最適な摩擦力を軸接触部181で回転軸108aに付与させる。

【0128】より詳細に説明すると、例えば、最初にカメラユニット108が旋回させられる際、摩擦制御部183は、軸接触部181から回転軸108aに摩擦力F1を与え、整定時間学習部184は、軸接触部181から回転軸108aに与えた摩擦力F1と、そのときのカメラユニット108の整定時間T1とを記憶する。

【0129】2回目にカメラユニット108が旋回させられる際、摩擦制御部183は、軸接触部181から回転軸108aに摩擦力F1より大きい摩擦力F2を与え、整定時間学習部184は、軸接触部181から回転軸108aに与えた摩擦力F2と、そのときのカメラユニット108の整定時間T2とを記憶する。

【0130】3回目にカメラユニット108が旋回させられる際、摩擦制御部183は、整定時間学習部184に記憶された整定時間に基づいて、前2回において、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力を大きくしたことによって、カメラユニット108の整定時間が短くなったと判断し、今回も軸接触部181から回転軸108aに摩擦力F2より大きい摩擦力F3を与えることを決定する。そして、整定時間学習部184は、軸接触部181から回転軸108aに与えた摩擦力F3と、そのときのカメラユニット108の整定時間T3とを記憶する。

【0131】同様に、4回目にカメラユニット108が旋回させられる際、摩擦制御部183は、整定時間学習部184に記憶された整定時間に基づいて、前2回において、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力を大きくしたことによって、カメラユニット108の整定時間が短くなったと判断し、今回も軸接触部181から回転軸108aに摩擦力F3より大きい摩擦力F4を与えることを決定する。そして、整定時間学習部184は、軸接触部181から回転軸108aに与えた摩擦力F4と、そのときのカメラユニット108の整定時間T4とを記憶する。

【0132】同様に、5回目にカメラユニット108が旋回させられる際、摩擦制御部183は、整定時間学習

部184に記憶された整定時間に基づいて、前2回において、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力を大きくしたことによって、カメラユニット108の整定時間が短くなったと判断し、今回も軸接触部181から回転軸108aに摩擦力F4より大きい摩擦力F5を与えることを決定する。そして、整定時間学習部184は、軸接触部181から回転軸108aに与えた摩擦力F5と、そのときのカメラユニット108の整定時間T5とを記憶する。

【0133】6回目にカメラユニット108が旋回させられる際、摩擦制御部183は、整定時間学習部184に記憶された整定時間に基づいて、前2回において、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力を大きくしたことによって、カメラユニット108の整定時間が長くなったと判断し、今回からは最も整定時間の短かった摩擦力F4を最適摩擦力として軸接触部181から回転軸108aに与えることを決定する。

【0134】なお、以上の説明からも判断できるように、整定時間学習部184は、ナローカメラ101の撮影方向を変更する度に、回転軸108aが整定するまでの時間を計測する時間計測手段を構成しており、摩擦制御部183は、整定時間学習部184によって計測された時間に基づいて、軸接触部181によって付与する摩擦力を決定する摩擦力決定手段を構成している。

【0135】したがって、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、ナローカメラ101の整定に適した摩擦力を回転軸108aに加えることができるようになり、例えば、複数の虹彩認証装置を製造した場合、複数の虹彩認証装置が個々に、ナローカメラ101の整定に適した摩擦力を回転軸108aに加えることができるようになる。

【0136】また、摩擦制御部183は、軸接触部181に変位を与えることによって、軸接触部181から回転軸108aに摩擦力を与えているので、カメラユニット108が旋回する回数が増加するにつれて、軸接触部181の磨耗等により、実際には軸接触部181から回転軸108aに目的の摩擦力を与えられなくなる。

【0137】そこで、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、例えば、カメラユニット108が旋回させられる度に、摩擦制御部183によって軸接触部181から回転軸108aに最適摩擦力として摩擦力F4を与えているとき、前回のカメラユニット108の旋回動作の際に整定時間学習部184で記憶された整定時間が、摩擦力F4のときに期待される許容時間以内（即ち、整定時間T4から所定時間以内）ではなくなれば、摩擦制御部183によって軸接触部181から回転軸108aに摩擦力F4より大きい摩擦力F5を与える。

【0138】そして、次にカメラユニット108が旋回させられる際、摩擦制御部183は、整定時間学習部184に記憶された整定時間に基づいて、前2回におい

て、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力を大きくしたことによって、カメラユニット108の整定時間が短くなったか否かを判断する。摩擦制御部183は、カメラユニット108の整定時間が短くなったと判断した場合には、軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力を更に大きくし、カメラユニット108の整定時間が長くなったと判断した場合には、逆に軸接触部181から回転軸108aに与える摩擦力を小さくして摩擦力F3にした後、上述した動作と同様にして新たな最適摩擦力を決定する。

【0139】なお、以上の説明からも判断できるように、整定時間学習部184は、回転軸108aが整定するまでの許容時間を、摩擦制御部183によって付与する摩擦力に対して記憶する許容時間記憶手段を構成している。

【0140】したがって、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、磨耗などによって軸接触部181による摩擦力に変化が生じた場合であっても、ナローカメラ101の整定に適した摩擦力を回転軸108aに加えることができるようになる。

【0141】なお、以上の説明においては、カメラユニット108の旋回、即ち、ナローカメラ101の撮影方向の変更のうち垂直方向の変更について説明したが、ナローカメラ101の撮影方向の変更のうち水平方向の変更、即ち、反射ミラー105の旋回についても、同様な構成を備えて、同様な動作を実現することができる。

【0142】以上説明したように、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、軸接触部181、バネ182及び摩擦制御部183を備えることによって、ナローカメラ101の撮影方向を変更する際、カメラユニット108の旋回動作の最終段階において、旋回動作時の速度低下を発生させることなく、目標の撮影方向近傍で撮影方向が微小振動することを抑制することができるので、従来と比較して、ナローカメラ101の整定に要する時間を減少することができ、より確実に虹彩を撮影することができる。また、本実施の形態に係る虹彩認証装置は、目標の撮影方向近傍での不要な残留振動による撮影画像のぶれも防止することができる。

【0143】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来と比較して、ナローカメラの整定に要する時間を減少し、より確実に虹彩を撮影することができる虹彩認証装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る虹彩認証装置のブロック図

【図2】図1に示す虹彩認証装置の動作の前半部分のフローチャート

【図3】図1に示す虹彩認証装置の動作の後半部分のフローチャート

【図4】(a)図1に示す虹彩認証装置のワイドカメラのレンズに起因する歪曲発生時の画像の説明図

(b)図1に示す虹彩認証装置のワイドカメラの画像のうちレンズに起因する歪曲を補正する補正関数の説明図

(c)図1に示す虹彩認証装置のワイドカメラのレンズに起因する歪曲補正後の画像の説明図

【図5】図1に示す虹彩認証装置において対象の瞳の垂直方向の位置を算出する原理図

【図6】図1に示す虹彩認証装置において対象の瞳の水平方向の位置を算出する原理図

【図7】図1に示す虹彩認証装置のナローカメラのワイドカメラとの視差を補正する原理図

【図8】図1に示す虹彩認証装置のナローカメラの撮影方向を変更する原理図

【図9】図1に示す虹彩認証装置のナローカメラの撮影方向を変更する図8とは異なる態様での原理図

【図10】図1に示す虹彩認証装置のナロー照明の照射位置を補正する原理図

【図11】図1に示す虹彩認証装置のワイドカメラの画素の中心と、ワイドカメラのレンズの中心とのズレを補正する原理図

【図12】図1に示す虹彩認証装置の反射ミラーの反射面及び回転軸が同一平面上に無いことに起因するナローカメラの撮影方向のズレを補正する原理図

【図13】本発明の第2の実施の形態に係る虹彩認証装置の一部のブロック図

【図14】図13に示す虹彩認証装置のカメラユニット旋回時の特性図

【図15】本発明の第3の実施の形態に係る虹彩認証装置の一部のブロック図

【図16】図15に示す虹彩認証装置のカメラユニット旋回時の特性図

【図17】図15に示す虹彩認証装置の軸接触部から回転軸に与える摩擦力と、そのときのカメラユニットの整定時間との関係を表す特性図

【図18】従来の虹彩認証装置のブロック図

【符号の説明】

200 対象

100 虹彩認証装置

101 ナローカメラ (瞳撮影カメラ)

102 ワイドカメラ (広角カメラ)

103 ナロー照明 (瞳照明手段)

105 反射ミラー (撮影方向変更手段)

105a 反射面

105b 回転軸

106 モータ (撮影方向変更手段)

107 測距センサ (撮影方向変更手段、照射位置変更手段)

108 カメラユニット (撮影方向変更手段)

108a 回転軸

- 109 モータ（撮影方向変更手段）
 110 モータ（照射位置変更手段）
 111 モータ（照射位置変更手段）
 120 装置制御部（撮影方向変更手段、照射位置変更手段）
 124 ナロー照明駆動部（照射位置変更手段）
 126 ミラー駆動部（撮影方向変更手段）
 127 測距センサ制御部（撮影方向変更手段、照射位置変更手段）
 128 カメラユニット駆動部（撮影方向変更手段、照射位置変更手段）
 129 認証部（認証手段）
 141 視差補正部（撮影方向変更手段、誤差除去手段、視差補正手段）
 142 回転軸補正部（撮影方向変更手段、誤差除去手段、撮影方向補正手段）
 143 光軸補正部（撮影方向変更手段、誤差除去手段、中心補正手段）

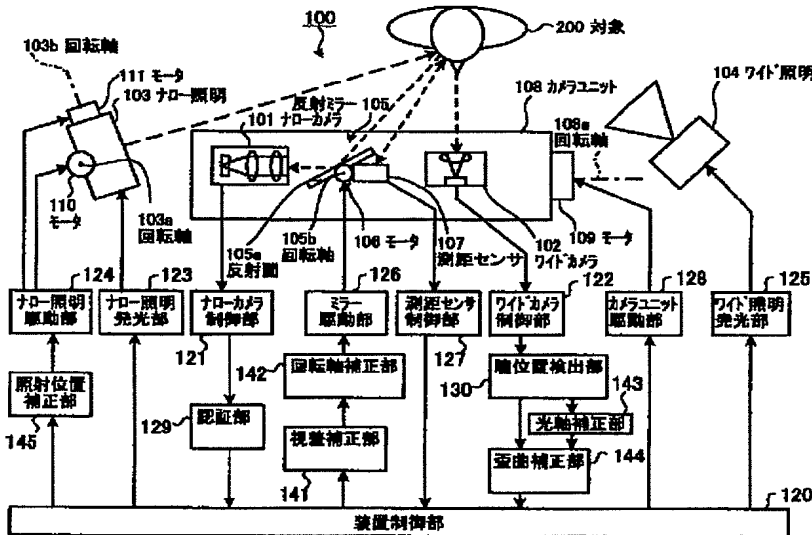
10

*

- * 144 歪曲補正部（撮影方向変更手段、誤差除去手段、歪曲補正手段）
 145 照射位置補正部（照射位置変更手段、照射位置補正手段）
 151 エンコーダ（撮影方向変更手段、回転量検出手段）
 161 制御フィルタ（回転量制御手段）
 162 駆動回路（回転量制御手段）
 163 ゲイン制御部（回転量制御手段、停止補助手段、制御ゲイン減少手段）
 181 軸接触部（撮影方向変更手段、停止補助手段、摩擦付与手段）
 182 パネ（撮影方向変更手段、停止補助手段、摩擦付与手段）
 183 摩擦制御部（撮影方向変更手段、停止補助手段、摩擦付与手段、摩擦力決定手段）
 184 整定時間学習部（撮影方向変更手段、時間計測手段、許容時間記憶手段）

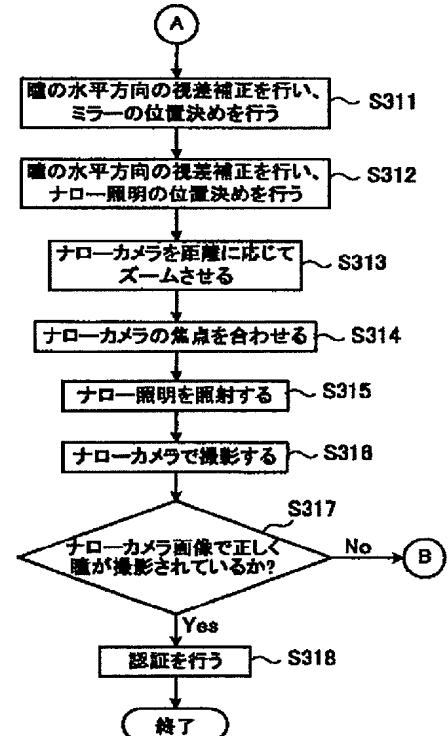
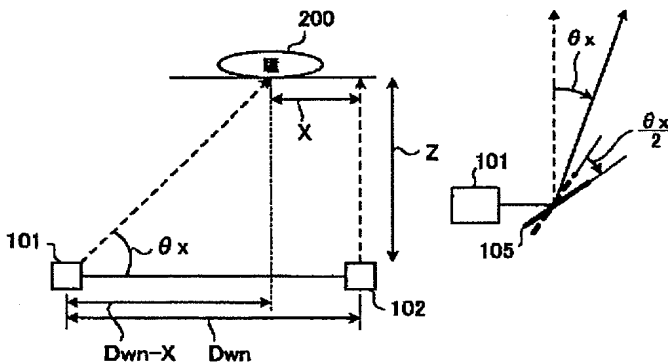
【図 1】

【図 3】

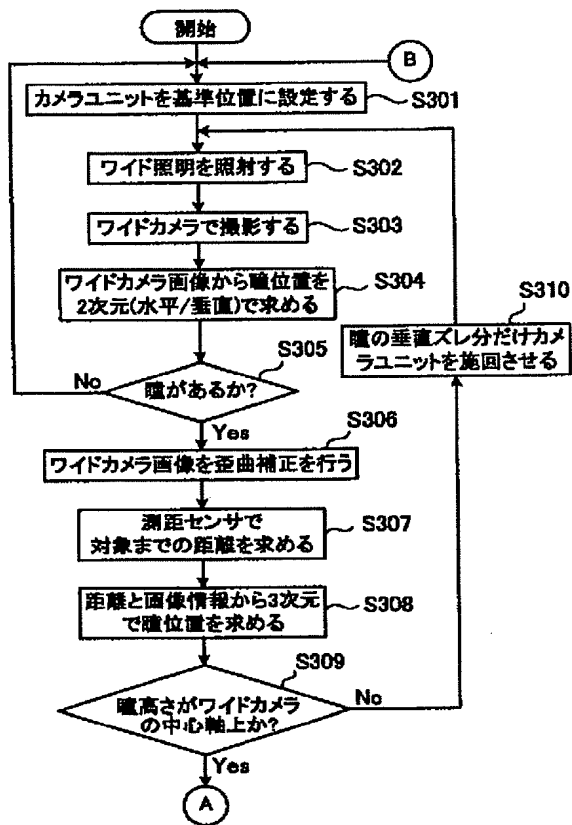


【図 7】

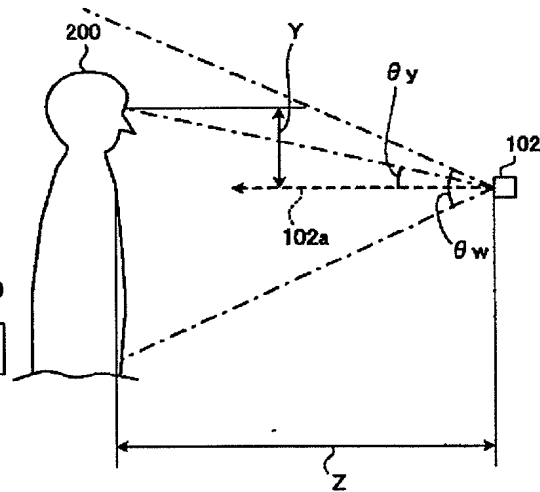
【図 8】



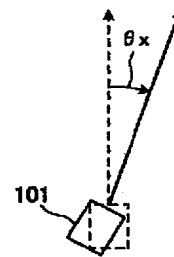
【図2】



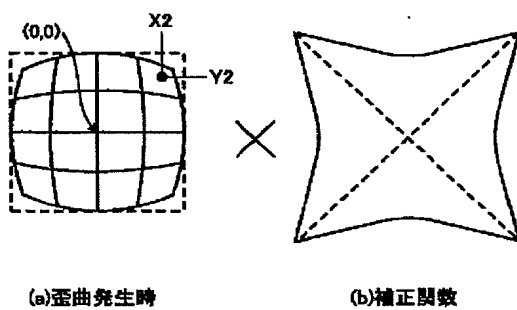
【図5】



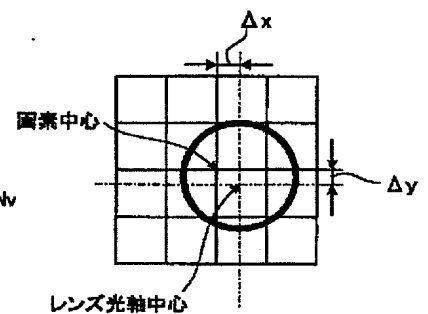
【図9】



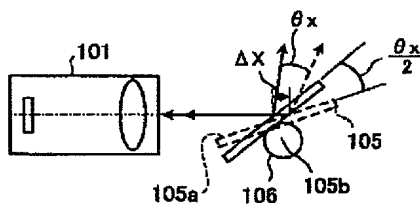
【図4】



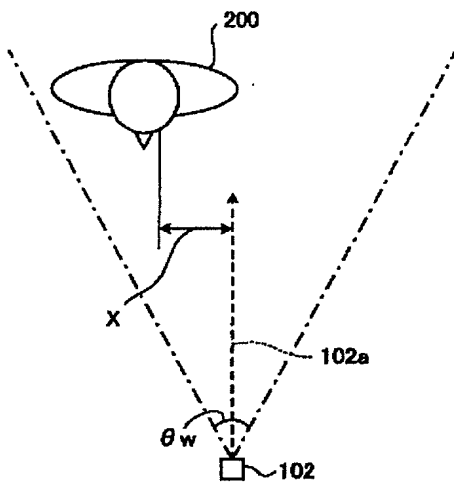
【図11】



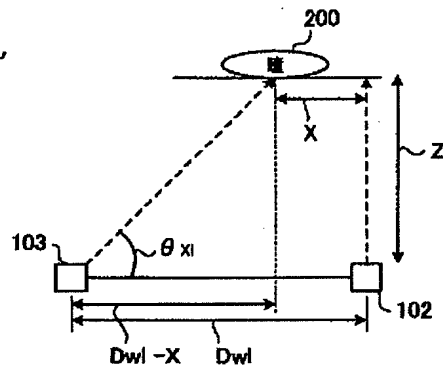
【図12】



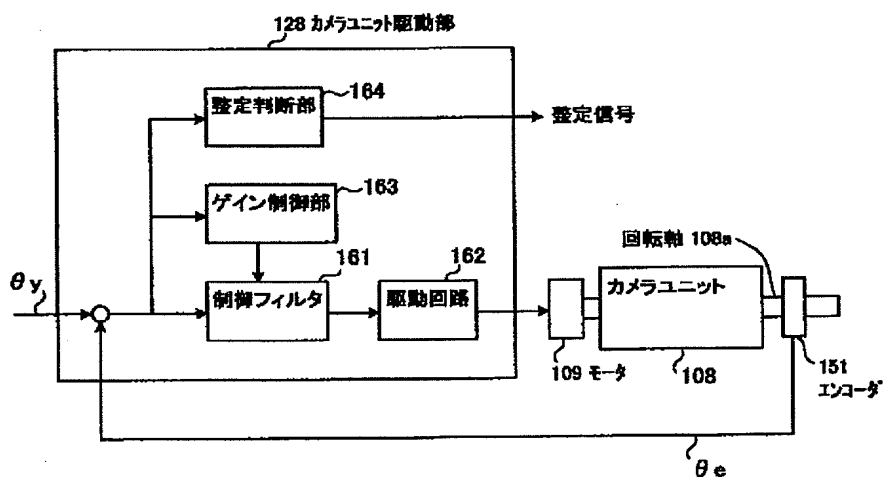
【図6】



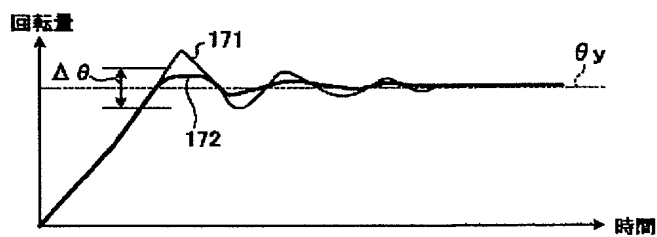
【図10】



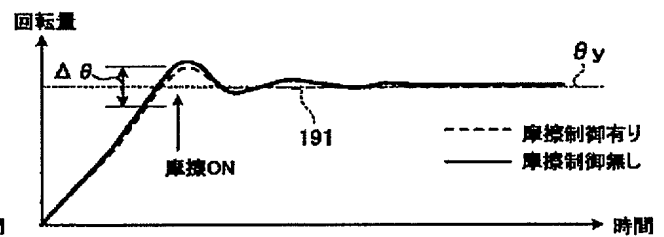
【図13】



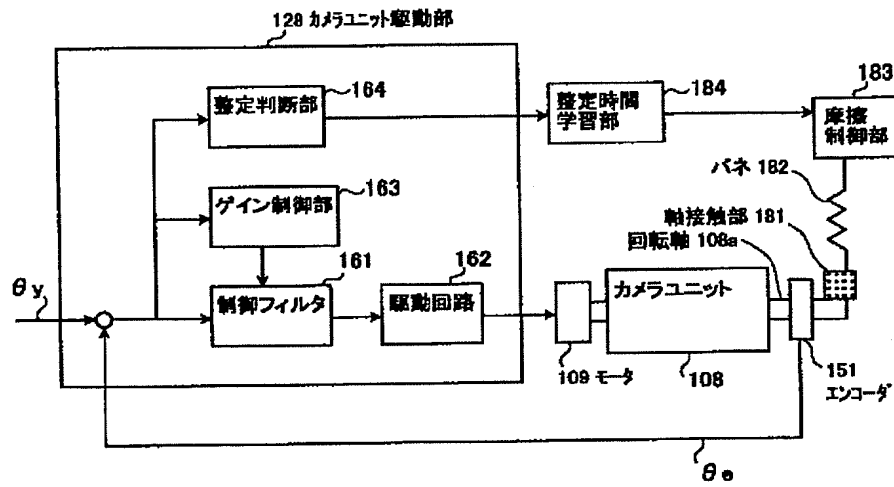
【図14】



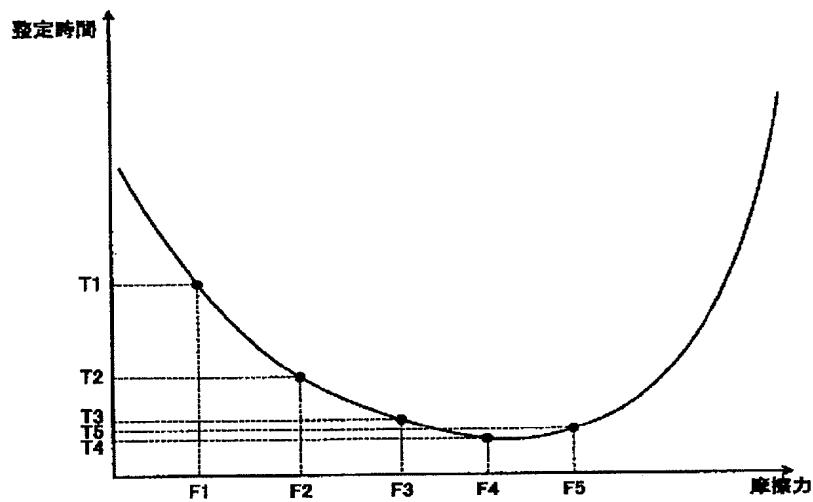
【図16】



【図15】

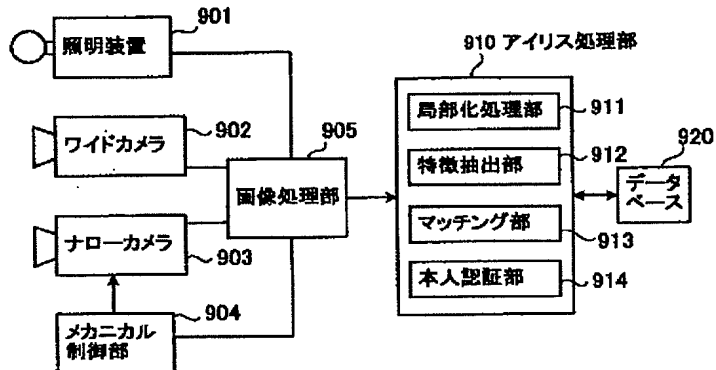


【図17】



【図18】

900



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B047 AA23 BB04 BC09 BC11 BC16
BC23 CA12 CA17 CB09 CB23
DC09
5C022 AA05 AB62 AB66 AC42 AC69